

PCT/JP2004/017916

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

06.12.2004

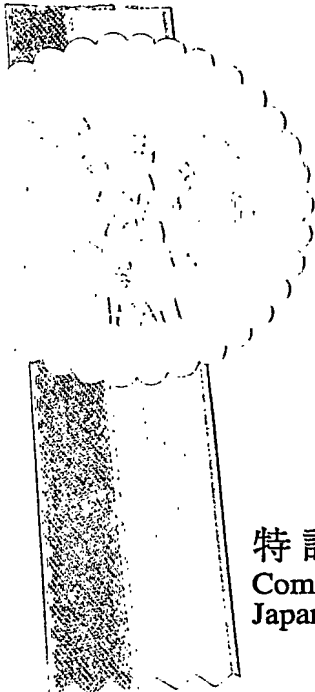
別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日
Date of Application: 2 0 0 3 年 1 2 月 3 日

出 願 番 号
Application Number: 特 願 2 0 0 3 - 4 0 3 9 5 7
[ST. 10/C]: [J P 2 0 0 3 - 4 0 3 9 5 7]

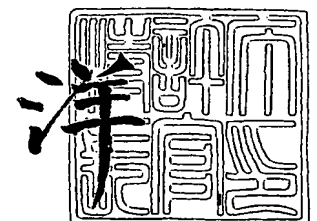
出 願 人
Applicant(s): 三 菱 重 工 業 株 式 会 社



特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

2 0 0 5 年 1 月 2 0 日

小 川



【書類名】 特許願
【整理番号】 200301090
【提出日】 平成15年12月 3日
【あて先】 特許庁長官 殿
【国際特許分類】 F04D 27/02
【発明者】
 【住所又は居所】 長崎県長崎市深堀町五丁目 7 1 7 番 1 号 三菱重工業株式会社
 長崎研究所内
 【氏名】 東森 弘高
【発明者】
 【住所又は居所】 長崎県長崎市深堀町五丁目 7 1 7 番 1 号 三菱重工業株式会社
 長崎研究所内
 【氏名】 久間 啓司
【発明者】
 【住所又は居所】 長崎県長崎市深堀町五丁目 7 1 7 番 1 号 三菱重工業株式会社
 長崎研究所内
 【氏名】 住田 邦夫
【発明者】
 【住所又は居所】 長崎県長崎市深堀町五丁目 7 1 7 番 1 号 三菱重工業株式会社
 長崎研究所内
 【氏名】 水田 徹
【特許出願人】
 【識別番号】 000006208
 【氏名又は名称】 三菱重工業株式会社
【代理人】
 【識別番号】 100112737
 【弁理士】
 【氏名又は名称】 藤田 考晴
【選任した代理人】
 【識別番号】 100118913
 【弁理士】
 【氏名又は名称】 上田 邦生
【手数料の表示】
 【予納台帳番号】 220022
 【納付金額】 21,000円
【提出物件の目録】
 【物件名】 特許請求の範囲 1
 【物件名】 明細書 1
 【物件名】 図面 1
 【物件名】 要約書 1
 【包括委任状番号】 0317197

【書類名】 特許請求の範囲**【請求項 1】**

複数枚のブレードと、これら複数枚のブレードの根元部に配置されるハブとを有し、流体が流れる前記ハブの表面の少なくとも一部が回転軸線に対して傾斜した圧縮機のインペラであって、

前記ハブの表面に、流体の流れにより生じる境界層の拡大を防止する境界層拡大防止手段が設けられていることを特徴とする圧縮機のインペラ。

【請求項 2】

前記境界層拡大防止手段が、流体の流れに作用する遠心力が流体の流れを前記ハブの表面から剥がす方向に作用する部位に設けられていることを特徴とする請求項 1 に記載の圧縮機のインペラ。

【請求項 3】

前記境界層拡大防止手段が、当該インペラの入口端から出口端までの長さの、インペラの入口端から約 $1/4$ の位置よりも下流側に設けられていることを特徴とする請求項 1 または 2 に記載の圧縮機のインペラ。

【請求項 4】

前記境界層低減手段は、複数本の溝からなることを特徴とする請求項 3 に記載の圧縮機のインペラ。

【請求項 5】

前記複数本の溝が、前記ブレード間において前記ブレードの翼面に沿って直線状に形成されていることを特徴とする請求項 4 に記載の圧縮機のインペラ。

【請求項 6】

前記直線状の溝が、上流側から下流側にかけて複数の領域に分割されていることを特徴とする請求項 5 に記載の圧縮機のインペラ。

【請求項 7】

前記複数本の溝が、前記ブレード間において平面視波形に形成されていることを特徴とする請求項 4 に記載の圧縮機のインペラ。

【請求項 8】

前記複数本の溝が、前記ブレード間において平面鋸歯形に形成されていることを特徴とする請求項 4 に記載の圧縮機のインペラ。

【請求項 9】

前記複数本の溝が、前記ブレード間において一側のブレードから他側のブレードにかけて流路を斜めに横切るように形成された複数本の溝と、これら溝と交差するように形成されるとともに、他側のブレードから一側のブレードにかけて流路を斜めに横切るように形成された複数本の溝とからなることを特徴とする請求項 4 に記載の圧縮機のインペラ。

【請求項 10】

前記複数本の溝が、前記ブレード間において当該インペラの回転軸線を中心とする同心円上に形成されていることを特徴とする請求項 4 に記載の圧縮機のインペラ。

【請求項 11】

前記境界層低減手段は、複数個の凹凸からなることを特徴とする請求項 3 に記載の圧縮機のインペラ。

【請求項 12】

前記複数個の凹凸はそれぞれ、平面視円形に形成されていることを特徴とする請求項 11 に記載の圧縮機のインペラ。

【請求項 13】

前記溝又は凹凸の最大深さが、当該インペラの外径の 0.3% 以上 2.0% 以下、好ましくは 0.5% 以上 2.0% 以下であることを特徴とする請求項 4 から 12 のいずれか一項に記載の圧縮機のインペラ。

【請求項 14】

前記圧縮機のインペラは遠心圧縮機のインペラであり、前記境界層拡大防止手段が、前

記ハブ面に対して垂直な方向に作用する力がゼロとなる位置まで設けられていることを特徴とする請求項 4 から 13 のいずれか一項に記載の圧縮機のインペラ。

【請求項 15】

前記圧縮機のインペラは斜流圧縮機のインペラであり、前記境界層拡大防止手段が、当該インペラの出口端まで設けられていることを特徴とする請求項 4 から 13 のいずれか一項に記載の圧縮機のインペラ。

【請求項 16】

請求項 1 から 15 のいずれか一項に記載のインペラを具備してなることを特徴とする圧縮機。

【書類名】 明細書

【発明の名称】 圧縮機のインペラ

【技術分野】

【0001】

本発明は遠心圧縮機や斜流圧縮機のインペラ、たとえば航空用ガスタービン、船用過給機、自動車用過給機などに用いられる遠心圧縮機や斜流圧縮機のインペラに関するものである。

【背景技術】

【0002】

従来、遠心圧縮機や斜流圧縮機に用いられるインペラのハブ表面における流体流れの挙動についてはあまり注目して研究がなされておらず、インペラのハブ表面上に工夫が施されるというようなことは今までなかった（たとえば、特許文献1参照）。

【特許文献1】 特開昭55-35173号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0003】

そこで、本出願の発明者らは、回転するインペラのハブ面に注目して研究を進めることとし、その結果、ハブ面上で次のような現象が起きていることがわかってきた。

たとえば、図10(a)に示す遠心圧縮機のインペラ100では、インペラ入口部101から流入した流れに、インペラ100のブレード11により回転軸線C周りの旋回速度が与えられる際、この流れに遠心力F1が作用することとなる。この遠心力F1はハブ面12cに対して垂直な方向およびこの垂直な方向と直交する方向に分けることができ、ハブ面12cに対して垂直な方向に作用する力F2は、流れをハブ面12cから剥がす方向に作用しており、これにより、流れの境界層が拡大して（あるいはひどい場合にはハブ面近傍で流れが逆流したり、流れがハブ面12cから剥離して）、インペラ内部の損失が増加し、遠心圧縮機100の効率の低下を招いているということがわかってきた。

なお、インペラ出口部102では遠心力F1の方向とハブ面12c接線の方向とが一致する（すなわち、ハブ面に対して垂直な方向に作用する力F2は0（零）となる）ので、流れをハブ面12cから剥がす方向に作用する力はなくなる。

また、図において符号12、12a、12b、LE、TE、およびBはそれぞれ、ハブ、ハブの小径部、ハブの大径部、ブレード11の前縁、ブレード11の後縁、および境界層の拡大が特に著しい領域（すなわち、境界層の厚みが著しく増加する領域）を示している。

【0004】

また、図10(b)に示す斜流圧縮機のインペラ200でも同様の現象が起きており、特に斜流圧縮機では、流れをハブ面12cから剥がそうとする力F2が、ハブ面12cが傾斜するインペラ出口部102まで作用するため、インペラ出口部102まで境界層拡大による流速歪みが残り、インペラ出口部102での損失が増加し、斜流圧縮機200の効率の低下を招いているということがわかってきた。

【0005】

本発明は、上記の事情に鑑みてなされたもので、ハブの表面に発生する境界層の拡大あるいは流れの剥離を防止し、圧縮機の高効率化を図ることのできるインペラを提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0006】

本発明は、上記課題を解決するため、以下の手段を採用した。

請求項1に記載の圧縮機のインペラは、複数枚のブレードと、これら複数枚のブレードの根元部に配置されるハブとを有し、流体が流れる前記ハブの表面の少なくとも一部が回転軸線に対して傾斜した圧縮機のインペラであって、前記ハブの表面に、流体の流れにより生じる境界層の拡大を防止する境界層拡大防止手段が設けられていることを特徴とする

。このような圧縮機のインペラによれば、ハブの表面（ハブ面）に設けられた境界層拡大防止手段によりハブの表面に形成される境界層の拡大が防止され、境界層拡大防止手段を有していないインペラよりも境界層の厚みが減少することとなる。

なお、流体が流れるハブの表面の少なくとも一部が回転軸線に対して傾斜したインペラを具備する圧縮機としては、遠心圧縮機および斜流圧縮機がある。

【0007】

請求項2に記載の圧縮機のインペラは、前記境界層拡大防止手段が、流体の流れに作用する遠心力が流体の流れを前記ハブの表面から剥がす方向に作用する部位に設けられていることを特徴とする。

このような圧縮機のインペラによれば、比較的大きな遠心力が作用するとともに、インペラの回転軸線に対して傾斜角を有するハブの表面、すなわち、インペラの回転軸線からある程度の距離を有する傾斜したハブの表面上に境界層拡大防止手段が設けられている。

【0008】

請求項3に記載の圧縮機のインペラは、前記境界層拡大防止手段が、当該インペラの入口端から出口端までの長さの、インペラの入口端から約1/4の位置よりも下流側に設けられていることを特徴とする。

このような圧縮機のインペラによれば、インペラの入口端から所定距離間隔した位置に境界層拡大防止手段の始点が位置することとなる。すなわち、インペラの入口端から下流側にかけて暫くの間、境界層拡大防止手段は設けられていないことになる。

【0009】

請求項4に記載の圧縮機のインペラは、前記境界層低減手段は、複数本の溝からなることを特徴とする。

このような圧縮機のインペラによれば、ハブ面近くをハブ面に沿って流れる流れが溝の山部を越えて隣接する溝の谷部に流れ込んだり、あるいは溝の山部を越えて隣接する溝の上方に向けて斜めに進んでいったりすることとなり、ハブ面近くの流れが乱されることとなる。

【0010】

請求項5に記載の圧縮機のインペラは、前記複数本の溝が、前記ブレード間において前記ブレードの翼面に沿って直線状に形成されていることを特徴とする。

このような圧縮機のインペラによれば、ハブ面近くをハブ面に沿って流れる流れが溝の山部を越えて隣接する溝の谷部に流れ込んだり、あるいは溝の山部を越えて隣接する溝の上方に向けて斜めに進んでいったりすることとなり、ハブ面近くをハブ面に沿って流れる流れに乱れが生じ、境界層の拡大または流れの剥離が防止される。

【0011】

請求項6に記載の圧縮機のインペラは、前記直線状の溝が、上流側から下流側にかけて複数の領域に分割されていることを特徴とする。

このような圧縮機のインペラによれば、ハブ面近くをハブ面に沿って流れる流れが溝の山部を越えて隣接する溝の谷部に流れ込んだり、あるいは溝の山部を越えて隣接する溝の上方に向けて斜めに進んでいったりすることとなり、ハブ面近くをハブ面に沿って流れる流れに乱れが生じ、境界層の拡大または流れの剥離が防止される。

【0012】

請求項7に記載の圧縮機のインペラは、前記複数本の溝が、前記ブレード間において平面視波形に形成されていることを特徴とする。

このような圧縮機のインペラによれば、溝の山部を越えて隣接する溝の谷部に流れ込んだり、あるいは溝の山部を越えて隣接する溝の上方に向けて斜めに進む流れの方向と、溝の山部とのなす角が請求項5あるいは請求項6のものよりも大きくなる部分ができるため、その部分ではハブ面近くをハブ面に沿って流れる流れにより強い乱れが生じて、境界層の拡大または流れの剥離がより防止されることとなる。

【0013】

請求項 8 に記載の圧縮機のインペラは、前記複数本の溝が、前記ブレード間において平面鋸歯形に形成されていることを特徴とする。

このような圧縮機のインペラによれば、溝の山部を越えて隣接する溝の谷部に流れ込んだり、あるいは溝の山部を越えて隣接する溝の上方に向けて斜めに進む流れの方向と、溝の山部とのなす角が請求項 5 または請求項 6 のものよりも大きくなる部分ができるとともに、このような部分を請求項 7 のものよりも多く形成させることができるので、ハブ面近くをハブ面に沿って流れる流れにより強い乱れが生じて、境界層の拡大または流れの剥離がより一層防止されることとなる。

【0014】

請求項 9 に記載の圧縮機のインペラは、前記複数本の溝が、前記ブレード間において一侧のブレードから他側のブレードにかけて流路を斜めに横切るように形成された複数本の溝と、これら溝と交差するように形成されるとともに、他側のブレードから一侧のブレードにかけて流路を斜めに横切るように形成された複数本の溝とからなることを特徴とする。

このような圧縮機のインペラによれば、複数個の突起が形成されることとなり、ハブ面近くをハブ面に沿って流れる流れがこれら突起に衝突したり、あるいはこれら突起を越えて隣接する溝の谷部に流れ込んだり、あるいはこれら突起を越えて隣接する溝の上方に向けて斜めに進んでいったりすることとなり、ハブ面近くをハブ面に沿って流れる流れに乱れが生じ、境界層の拡大または流れの剥離が防止される。

【0015】

請求項 10 に記載の圧縮機のインペラは、前記複数本の溝が、前記ブレード間において当該インペラの回転軸線を中心とする同心円上に形成されていることを特徴とする。

このような圧縮機のインペラによれば、ハブ面近くをハブ面に沿って流れる流れのすべてが溝の山部を越えて隣接する溝の谷部に流れ込んだり、あるいは溝の山部を越えて隣接する溝の上方に向けて斜めに進んでいったりすることとなり、ハブ面近くをハブ面に沿って流れる流れにより強い乱れが生じて、境界層の拡大または流れの剥離が防止される。

【0016】

請求項 11 に記載の圧縮機のインペラは、前記境界層低減手段は、複数個の凹凸からなることを特徴とする。

このような圧縮機のインペラによれば、ハブ面近くをハブ面に沿って流れる流れがこれら凸部に衝突したり、あるいはこれら凸部を越えて隣接する凹部に流れ込んだり、あるいはこれら凸部を越えて隣接する凸部や凹部の上方に向けて斜めに進んでいったりすることとなり、ハブ面近くをハブ面に沿って流れる流れに乱れが生じ、境界層の拡大または流れの剥離が防止される。

【0017】

請求項 12 に記載の圧縮機のインペラは、前記複数個の凹凸はそれぞれ、平面視円形に形成されていることを特徴とする。

このような圧縮機のインペラによれば、ハブ面に容易に加工することのできる半球状の凹凸が形成されている。

【0018】

請求項 13 に記載の圧縮機のインペラは、前記溝又は凹凸の最大深さが、当該インペラの外径の 0.3% 以上 2.0% 以下、好ましくは 0.5% 以上 2.0% 以下であることを特徴とする。

このような圧縮機のインペラによれば、たとえば、インペラの外径が 100 mm のものであれば、溝の最大深さが 0.3 mm ~ 2.0 mm、好ましくは 0.5 mm ~ 2.0 mm で形成されることとなり、削り加工によって作り出されたインペラのハブ面に残る加工跡の溝（一般的にインペラの外径の 0.2% 程度の幅と最大深さを有するもの）よりも深くかつ幅の広い溝が形成される。

【0019】

請求項 14 に記載の圧縮機のインペラは、遠心圧縮機のインペラであり、前記境界層拡

大防止手段が、前記ハブ面に対して垂直な方向に作用する力がゼロとなる位置まで設けられていることを特徴とする。

このような圧縮機のインペラによれば、境界層拡大防止手段が、流体の流れに作用する遠心力が流体の流れを前記ハブの表面から剥がす方向に作用する部位、すなわち、当該インペラの入口端から出口端までの長さの、インペラの入口端から約 $1/4$ の位置から、ハブ面に対して垂直な方向に作用する力がゼロとなる位置まで設けられており、これによりハブ面近くをハブ面に沿って流れる流れに乱れが生じ、境界層の拡大または流れの剥離がハブ面の全体にわたって防止される。

【0020】

請求項 15 に記載の圧縮機のインペラは、斜流圧縮機のインペラであり、前記境界層拡大防止手段が、当該インペラの出口端まで設けられていることを特徴とする。

このような圧縮機のインペラによれば、境界層拡大防止手段が、流体の流れに作用する遠心力が流体の流れを前記ハブの表面から剥がす方向に作用する部位、すなわち、当該インペラの入口端から出口端までの長さの、インペラの入口端から約 $1/4$ の位置から、出口端まで設けられており、これによりハブ面近くをハブ面に沿って流れる流れに乱れが生じ、境界層の拡大または流れの剥離がハブ面の全体にわたって防止される。

【0021】

請求項 16 に記載の圧縮機は、請求項 1 から 15 のいずれか一項に記載のインペラを具備してなることを特徴とする。

このような圧縮機によれば、ハブの表面に形成される境界層の拡大を防止する境界層拡大防止手段を有するインペラが具備されている。

【発明の効果】

【0022】

本発明によれば、以下の効果を奏する。

境界層拡大防止手段によりハブ面近くをハブ面に沿って流れる流れに乱れが生じ、境界層の拡大または流れの剥離を防止することができる。

また、境界層拡大防止手段が設けられたインペラを採用することにより、インペラ内部の損失を低減させることができ、圧縮機の圧縮効率の向上を図ることができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0023】

以下、本発明による圧縮機のインペラの第 1 実施形態について、図 1 および図 2 を参照しながら説明する。なお、以下に述べる実施形態のインペラは遠心圧縮機に適用されるものである。

図 1 は本実施形態に係るインペラ 10 の要部斜視図であって、インペラの入口端からインペラの出口端までのうち、入口側の約 $1/4$ を省略した図である。また、図 2 (a) は図 1 の a-a 矢視断面図であり、図 2 (b) は図 1 の b-b 矢視断面図である。

【0024】

図 1 に示すように、本実施形態に係るインペラ 10 は、複数枚のブレード 11 と、これらブレード 11 の根元部 R に配置されるハブ 12 とを主たる要素として構成されたものである。

ブレード 11 はそれぞれ、ハブ 12 の小径側端部 12a にその前縁 LE が位置するとともに、ハブ 12 の大径側端部 12b にその後縁 TE が位置するようにハブ 12 の表面上に設けられている (図 10 参照)。

【0025】

ハブ面 (ハブの表面) 12c の、遠心力 F1 (図 10 参照) がハブ面 12c に対して垂直に作用する領域、たとえば、インペラ入口端から出口端までの長さのうち、入口側の約 $1/4$ の位置 (図 1 においてハッチングで示す位置) からハブ面 12c に対して垂直な方向に作用する力 F2 が 0 となる位置までの領域で、かつブレード 11 とブレード 11 との間に位置する領域に、ブレード 11 の翼面 (あるいはブレード 11 の根本部 R) に沿って直線状の溝 (境界層拡大防止手段) 13 が複数本 (図 1 には 5 本図示している) 設けられ

ている。

なお、図1の符号14は、インペラ10をボールエンドミルによる削り加工で作製した場合の加工跡で、ハブ面12cの、ハブ面12cに対して垂直な方向に作用する力F2が0となる領域に設けられた12本の小さい溝を示している。この溝の最大深さおよび幅はそれぞれ、前述したように一般的にインペラの外径の0.2%程度である。したがって、インペラ直径が100mmのものであれば、その最大深さと幅はそれぞれ、0.2mm程度となる。

【0026】

図2に示したように、境界層拡大防止手段として設けられた溝13は、インペラ作製時にできた機械加工跡の溝14よりも深く形成されているものである。すなわち $H > h$ となるように形成されている。ここで、Hは溝13の最大深さであり、hはハブ面12cを削り加工するときについた加工跡の深さである。

溝13の最大深さHはハブ面境界層の排除厚さ程度に設定することが好ましく、具体的にはインペラ外径の0.3%以上2.0%以下であることが好ましく、0.5%以上2.0%以下であることが最も好ましい。すなわち、インペラの外径が100mmのものであれば、溝13の最大深さHは0.3mm～2.0mmであることが好ましく、0.5mm～2.0mmであることが最も好ましい。

【0027】

このように、ハブ面12cの、遠心力F1がハブ面12cに対して垂直に作用する領域に、ブレード11の翼面に沿って複数本の直線状の溝13を設けることにより、ハブ面12c近くをハブ面12cに沿って流れる流れが溝13の山部を越えて隣接する溝13の谷部に流れ込んだり、あるいは溝13の山部を越えて隣接する溝13の上方に向けて斜めに進んでいったりすることとなり、ハブ面12c近くをハブ面12cに沿って流れる流れに乱れが生じ、境界層の拡大または流れの剥離を防止することができる。

また、溝13が直線状に形成されているので、溝13の加工を容易に行うことができるとともに、製造コストを抑制することができる。

【0028】

つぎに、図3を用いて本発明による圧縮機のインペラの第2実施形態について説明する。図3は前述した図1と同様の図で、インペラの入口端からインペラの出口端までの長さのうち、入口側の約1/4を省略した要部斜視図である。

本実施形態におけるインペラ20は、境界層拡大防止手段としての溝23の平面視形状が波形に形成されているという点で第1実施形態のものと異なる。その他の構成要素については前述した第1実施形態のものと同一であるので、ここではそれら構成要素についての説明は省略し、溝23の平面視形状についてのみ説明することにする。

なお、第1実施形態と同一の部材には同一の符号を付している。

【0029】

本実施形態における境界層拡大防止手段としての溝23は、その平面視形状が波形を有するもの、すなわち、平面視における山部と谷部がそれぞれなめらかな曲線で形成されているとともに、これら山部と谷部とが連続するように形成されたものである。溝23の深さについては前述した第1実施形態の溝13と同じであるので、ここではその説明を省略する。

【0030】

このように、境界層拡大防止手段としての溝23の平面視形状を波形とすることにより、溝23の山部を越えて隣接する溝23の谷部に流れ込んだり、あるいは溝23の山部を越えて隣接する溝23の上方に向けて斜めに進む流れの方向と、溝23の山部とのなす角が第1実施形態のものよりも大きくなる部分ができるため、その部分ではハブ面12c近くをハブ面12cに沿って流れる流れにより強い乱れが生じて、境界層の拡大または流れの剥離を防止することができる。

【0031】

図4を用いて本発明による圧縮機のインペラの第3実施形態について説明する。図4（

a) は前述した図 1 および図 3 と同様の図で、インペラの入口端からインペラの出口端までの長さのうち、入口側の約 $1/4$ を省略した要部斜視図である。

本実施形態におけるインペラ 30 は、境界層拡大防止手段としての溝 33 の平面視形状が鋸歯形に形成されているという点で前述した実施形態のものと異なる。その他の構成要素については前述した実施形態のものと同一であるので、ここではそれら構成要素についての説明は省略し、溝 33 の平面視形状についてのみ説明することにする。

なお、前述した実施形態と同一の部材には同一の符号を付している。

【0032】

図 4 (b) に示すように、本実施形態における境界層拡大防止手段としての溝 33 は、その平面視形状が鋸歯形、すなわち、平面視における山部と谷部がそれぞれ 2 本の直線で形成されているとともに、これら山部と谷部とが連続し、かつこれら山部と谷部とが直線で結ばれるように形成されたものである。溝 33 の幅および深さについては前述した実施形態のものと同一であるので、ここではその説明を省略する。

【0033】

このように、境界層拡大防止手段としての溝 33 の平面視形状を鋸歯形とすることにより、溝 33 の山部を越えて隣接する溝 33 の谷部に流れ込んだり、あるいは溝 33 の山部を越えて隣接する溝 33 の上方に向けて斜めに進む流れの方向と、溝 33 の山部とのなす角が第 1 実施形態のものよりも大きくなる部分ができるとともに、このような部分を第 2 実施形態のものよりも多く形成させることができるので、ハブ面 12c 近くをハブ面 12c に沿って流れる流れにより強い乱れが生じて、境界層の拡大または流れの剥離を防止することができる。

【0034】

図 5 を用いて本発明による圧縮機のインペラの第 4 実施形態について説明する。図 5 (a) は前述した図 1、図 3、および図 4 (a) と同様の図で、インペラの入口端からインペラの出口端までの長さのうち、入口側の約 $1/4$ を省略した要部斜視図である。

本実施形態におけるインペラ 40 は、境界層拡大防止手段としての溝 43 が互いに交差するように形成されているという点で上述した実施形態のものと異なる。その他の構成要素については前述した実施形態のものと同一であるので、ここではそれら構成要素についての説明は省略し、溝 43 についてのみ説明することにする。

なお、前述した実施形態と同一の部材には同一の符号を付している。

【0035】

図 5 (b) に示すように、本実施形態における境界層拡大防止手段としての溝 43 は、一側から他側にかけてブレード 11 とブレード 11 との間に形成された流路を斜めに横切るように形成された複数本の溝 43a と、これら溝 43a と交差するように形成されるときとも、他側から一側にかけてブレード 11 とブレード 11 との間に形成された流路を斜めに横切るように形成された複数本の溝 43b とから形成されたものである。すなわち、図において左下から右上に延びる溝 43a と右下から左上に延びる溝 43b とが互いに交差するように形成されたものである。

なお、図 5 において溝 43a、43b を示す実線は、溝の最も深い部分が形成する線を示している。

また、符号 43c は、溝 43a、43b を彫った後に残った部分、すなわち、インペラ作製時にできた機械加工跡が頂部表面に残る突起を示している。

溝 43a、43b の幅および深さについては前述した実施形態のものと同一であるので、ここではその説明を省略する。

【0036】

このように、境界層拡大防止手段としての溝 43 を互いに交差させて形成することにより、複数個の突起 43c が形成されることとなり、ハブ面 12c 近くをハブ面 12c に沿って流れる流れがこれら突起 43c に衝突したり、あるいはこれら突起 43c を越えて隣接する溝 43a、43b の谷部に流れ込んだり、あるいはこれら突起 43c を越えて隣接する溝 43a、43b の上方に向けて斜めに進んでいったりすることとなり、ハブ面 12

c 近くをハブ面 12c に沿って流れる流れに乱れが生じ、境界層の拡大または流れの剥離を防止することができる。

【0037】

図 6 を用いて本発明による圧縮機のインペラの第 5 実施形態について説明する。図 6 (a) は前述した図 1、図 3、図 4 (a)、および図 5 (a) と同様の図で、インペラの入口端からインペラの出口端までの長さのうち、入口側の約 1/4 を省略した要部斜視図である。

本実施形態におけるインペラ 50 は、境界層拡大防止手段としての溝 53 がインペラ 50 の回転軸線を中心とする同心円上に形成されているという点で上述した実施形態のものと異なる。その他の構成要素については前述した実施形態のものと同一であるので、ここではそれら構成要素についての説明は省略し、溝 53 についてのみ説明することにする。

なお、前述した実施形態と同一の部材には同一の符号を付している。

【0038】

図 6 (a) に示すように、本実施形態における境界層拡大防止手段としての溝 53 は、インペラ 50 の回転軸線を中心とする同心円上、すなわち、インペラ 50 の回転軸線からインペラ 50 の外周縁に向かって延びる放射線に対して直交するように形成されたものである。また、図 6 (b) は図 6 (a) の c-c 矢視断面図である。

溝 53 の幅および深さについては前述した実施形態のものと同一であるので、ここではその説明を省略する。

【0039】

このように、境界層拡大防止手段としての溝 53 をインペラ 50 の回転軸線を中心とする同心円上に形成することにより、ハブ面 12c 近くをハブ面 12c に沿って流れる流れのすべてが溝 53 の山部を越えて隣接する溝 53 の谷部に流れ込んだり、あるいは溝 53 の山部を越えて隣接する溝 53 の上方に向けて斜めに進んでいったりすることとなり、ハブ面 12c 近くをハブ面 12c に沿って流れる流れにより強い乱れが生じて、境界層の拡大または流れの剥離を防止することができる。

また、溝 53 が直線状に形成されているので、溝 53 の加工を容易に行うことができるとともに、製造コストを抑制することができる。

また、この同心円上の溝が、第 2 実施形態と同様に波形に形成されても、第 3 実施形態と同様に鋸歯形に形成されても良い。

【0040】

図 7 を用いて本発明による圧縮機のインペラの第 6 実施形態について説明する。図 7 は前述した図 1、図 3、図 4 (a)、図 5 (a)、および図 6 (a) と同様の図で、インペラの入口端からインペラの出口端までの長さのうち、入口側の約 1/4 を省略した要部斜視図である。

本実施形態におけるインペラ 60 は、境界層拡大防止手段としての溝 63 が複数の領域（本実施形態では 3 つの領域 63a, 63b, 63c）に分けて形成されているという点で上述した実施形態のものと異なる。その他の構成要素については前述した実施形態のものと同一であるので、ここではそれら構成要素についての説明は省略し、溝 63 についてのみ説明することにする。

なお、前述した実施形態と同一の部材には同一の符号を付している。

【0041】

図 7 に示すように、本実施形態における境界層拡大防止手段としての溝 63 は、基本的に図 1 に示した第 1 実施形態のものと同一であるが、溝 63 が上流側から下流側にかけて 3 つの領域 63a, 63b, 63c に分割されているという点で第 1 実施形態のものと異なる。すなわち、ハブ面 12c の、遠心力がハブ面 12c に対して垂直に作用する領域、たとえば、インペラの入口端から出口端までの長さのうち、入口側の約 1/4 の位置（図 1 においてハッチングで示す位置）からハブ面 12c に対して垂直な方向に作用する力 F2 が 0 となる位置までの領域が 3 つの領域 63a, 63b, 63c に分割され、かつ各領域のブレード 11 とブレード 11 との間に、ブレード 11 の表面に沿って直線状の溝 63

が複数本（図7には領域63aに4本、領域63bに4本、および領域63cに5本図示している）ずつ設けられている。

溝63の幅および深さについては前述した実施形態のものと同一であるので、ここではその説明を省略する。

また、作用効果についても前述した第1実施形態のものと同様であるので、ここではその説明を省略する。

【0042】

図8を用いて本発明による圧縮機のインペラの第7実施形態について説明する。図8(a)は前述した図1、図3、図4(a)、図5(a)、図6(a)、および図7と同様の図で、インペラの入口端からインペラの出口端までの長さのうち、入口側の約1/4を省略した要部斜視図である。

本実施形態におけるインペラ70は、境界層拡大防止手段として今まで述べてきた溝の代わりに複数個の凸部73aおよび複数個の凹部（ディンプル）73bが設けられているという点で上述した実施形態のものと異なる。その他の構成要素については前述した実施形態のものと同一であるので、ここではそれら構成要素についての説明は省略し、凸部73aおよび凹部73bについてのみ説明することにする。

なお、上述した実施形態と同一の部材には同一の符号を付している。

【0043】

図8(a)に示すように、本実施形態における境界層拡大防止手段としての凸部73aおよび凹部73bはそれぞれ平面視円形を呈するとともに、図8(b)に示すように、断面視半円形を呈するものである。

凸部73aおよび凹部73bの直径および深さは前述した実施形態のものと同様、インペラ外径の0.3%以上2.0%以下であることが好ましく、0.5%以上2.0%以下であることが最も好ましい。

【0044】

このように、境界層拡大防止手段を複数個の凸部73aと複数個の凹部73bとで構成することにより、ハブ面12c近くをハブ面12cに沿って流れる流れがこれら凸部73aに衝突したり、あるいはこれら凸部73aを越えて隣接する凹部73bに流れ込んだり、あるいはこれら凸部73aを越えて隣接する凸部73aや凹部73bの上方に向けて斜めに進んでいったりすることとなり、ハブ面12c近くをハブ面12cに沿って流れる流れに乱れが生じ、境界層の拡大または流れの剥離を防止することができる。

【0045】

なお、本発明は遠心圧縮機のみには適用されるものではなく、斜流圧縮機にも適用され得るものである。ただし、斜流圧縮機では遠心圧縮機と異なり、インペラの出口端まで遠心力F1がハブ面12cに対して垂直に作用するため、斜流圧縮機に本発明を適用する場合には、上述した境界層拡大防止手段を設ける領域はインペラの出口端までを対象とする。すなわち、図1、図3、図4(a)、図5(a)、図6(a)、図7、および図8(a)に示した溝14の部分もこれら図面に示した境界層拡大防止手段を設ける対象領域である。

【0046】

今まで述べてきたインペラを具備した遠心圧縮機あるいは斜流圧縮機では、境界層の拡大または流れの剥離が防止されることとなるので、インペラ内部の損失を低減させることができるとともに、圧縮効率の向上を図ることができる。

【0047】

また、溝13、23、33、43a、43b、53、63の断面形状は図2(b)のようなものに限定されるものではなく、たとえば、図9に示すような断面形状とすることもできる。

すなわち、図9(a)のように、溝の谷部を曲線で形成するとともに、溝の谷と山の頂点を直線で結んだ鋸歯のような断面形状とすることもできるし、あるいは図9(b)のように、溝の頂部にインペラ作製当初につけられた加工跡14が残ったままの状態とする

こともできる。

【0048】

さらに、本発明は削り加工によって作製されたインペラのみに適用されるものではなく、鑄造によって作製される鑄物インペラにも適用することができる。この場合には、予め鑄型の表面に前述した境界層拡大防止手段を形作るための工夫を施しておけばよい。

【0049】

さらにまた、本発明による境界層拡大防止手段は、前述した溝や凸部あるいは凹部などに限定されるものではなく、通常用いられているハブ面よりも粗い面とするだけでも、前述した効果と同様の効果を得ることができる。

【図面の簡単な説明】

【0050】

【図1】本発明によるインペラの第1実施形態を示す要部斜視図である。

【図2】本発明によるインペラの第1実施形態を示す図であって、(a)は図1のa-a矢視断面図、(b)は図1のb-b矢視断面図である。

【図3】本発明によるインペラの第2実施形態を示す要部斜視図である。

【図4】本発明によるインペラの第3実施形態を示す図であって、(a)は要部斜視図、(b)は境界層拡大防止手段の平面図である。

【図5】本発明によるインペラの第4実施形態を示す図であって、(a)は要部斜視図、(b)は境界層拡大防止手段の平面図である。

【図6】本発明によるインペラの第5実施形態を示す図であって、(a)は要部斜視図、(b)は(a)のc-c矢視断面図である。

【図7】本発明によるインペラの第6実施形態を示す要部斜視図である。

【図8】本発明によるインペラの第7実施形態を示す図であって、(a)は要部斜視図、(b)は(a)のd-d矢視断面図である。

【図9】図2(b)と同様の図であって、境界層拡大防止手段である溝の他の断面形状を示す図である。

【図10】従来のインペラの問題点を説明するための図であって、(a)は遠心圧縮機のインペラの断面図、(b)は斜流圧縮機のインペラの断面図である。

【符号の説明】

【0051】

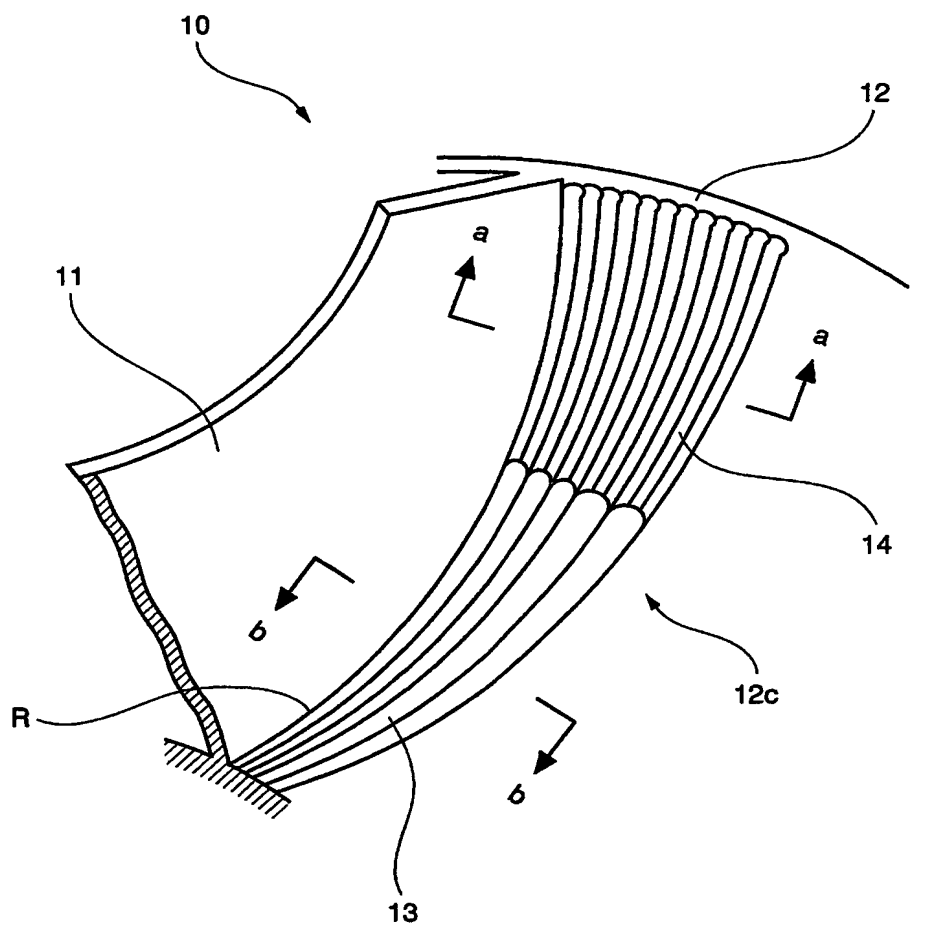
- 10 インペラ
- 11 ブレード
- 12 ハブ
- 12c ハブ面（ハブの表面）
- 13 溝（境界層拡大防止手段）
- 20 インペラ
- 23 溝（境界層拡大防止手段）
- 30 インペラ
- 33 溝（境界層拡大防止手段）
- 40 インペラ
- 43a 溝（境界層拡大防止手段）
- 43b 溝（境界層拡大防止手段）
- 50 インペラ
- 53 溝（境界層拡大防止手段）
- 60 インペラ
- 63 溝（境界層拡大防止手段）
- 70 インペラ
- 73a 凸部（境界層拡大防止手段）
- 73b 凹部（境界層拡大防止手段）
- F1 遠心力



R

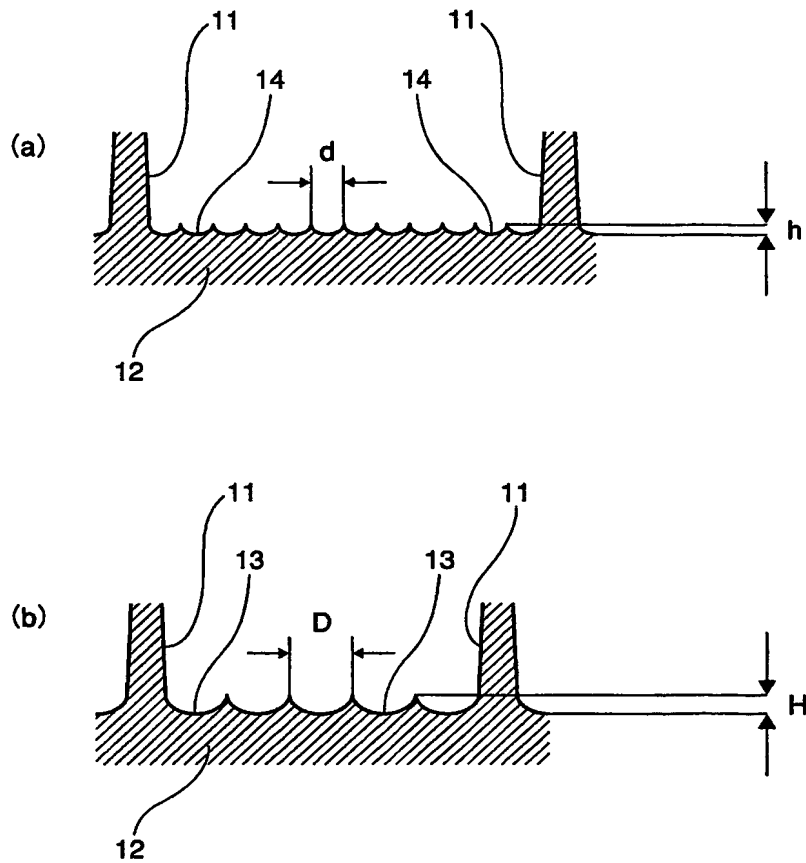
根元部

【書類名】 図面
【図 1】



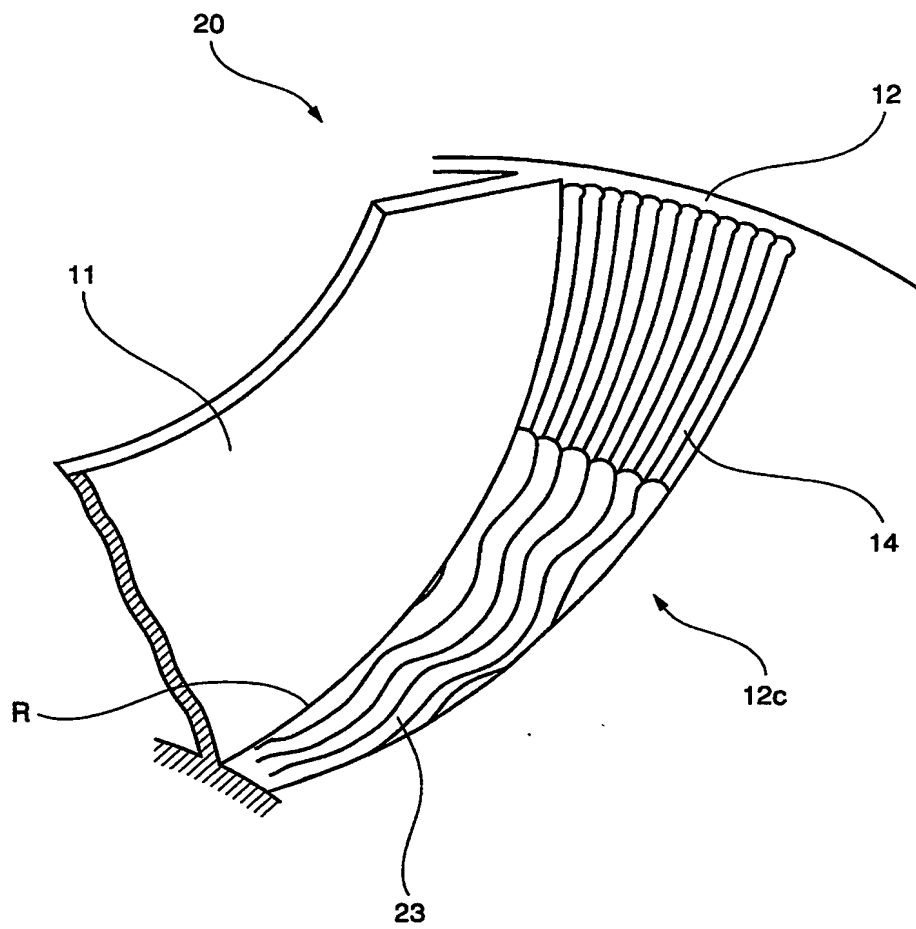
- 10; インペラ
- 11; ブレード
- 12; ハブ
- 12c; ハブ面 (ハブの表面)
- 13; 溝 (境界層拡大防止手段)
- R; 根元部

【図 2】



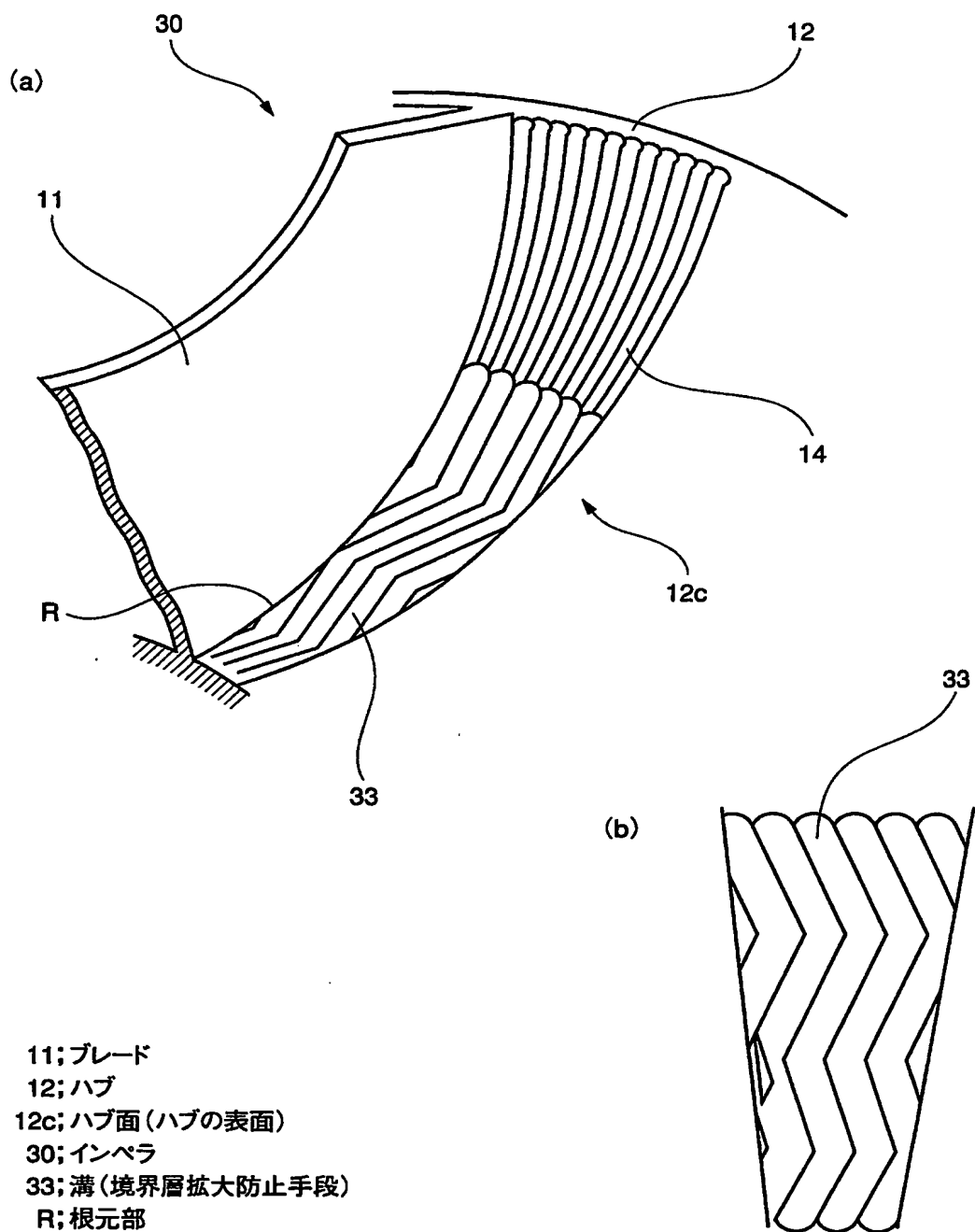
11; ブレード
12; ハブ
13; 溝 (境界層拡大防止手段)

【図 3】

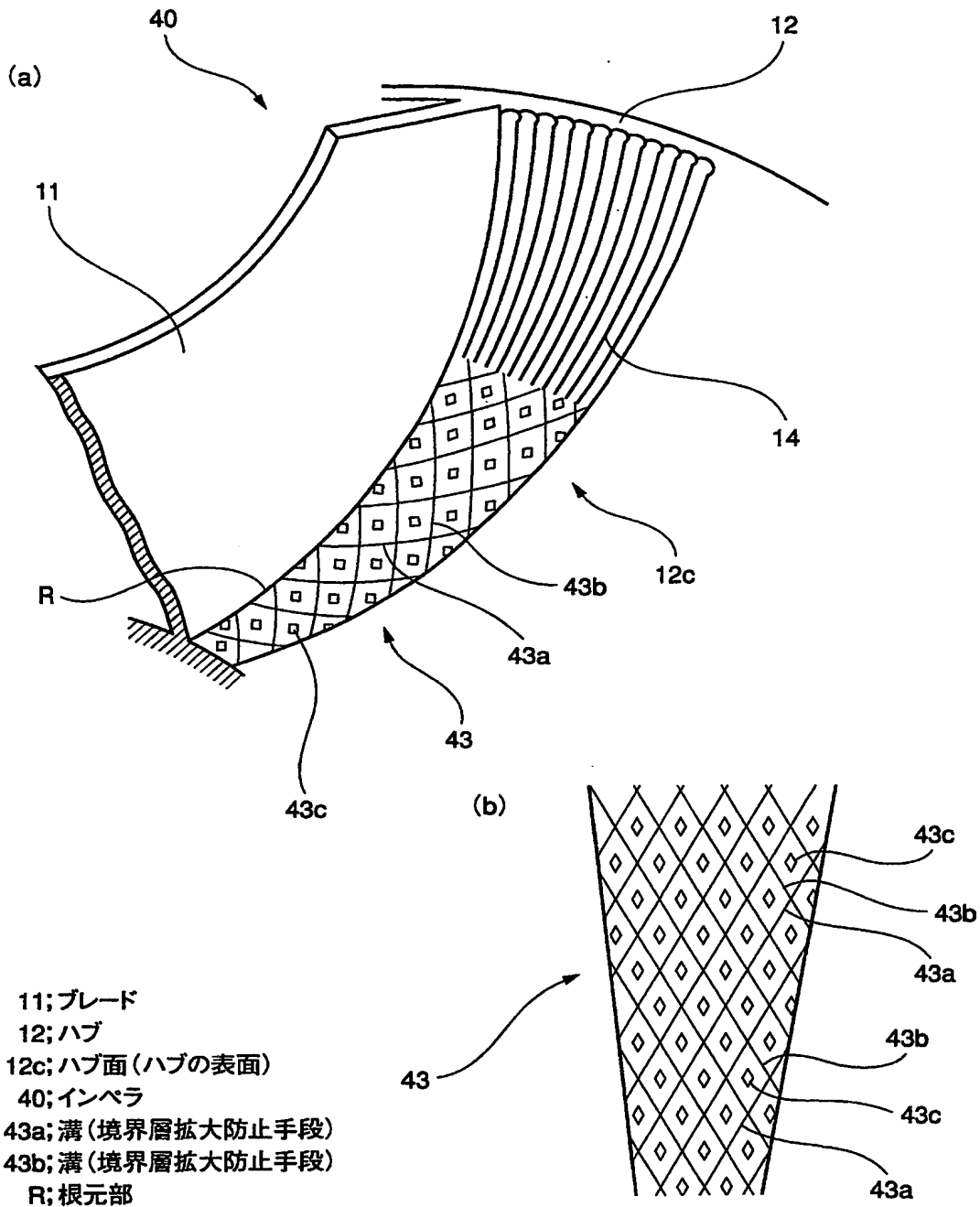


- 11; ブレード
- 12; ハブ
- 12c; ハブ面 (ハブの表面)
- 20; インペラ
- 23; 溝 (境界層拡大防止手段)
- R; 根元部

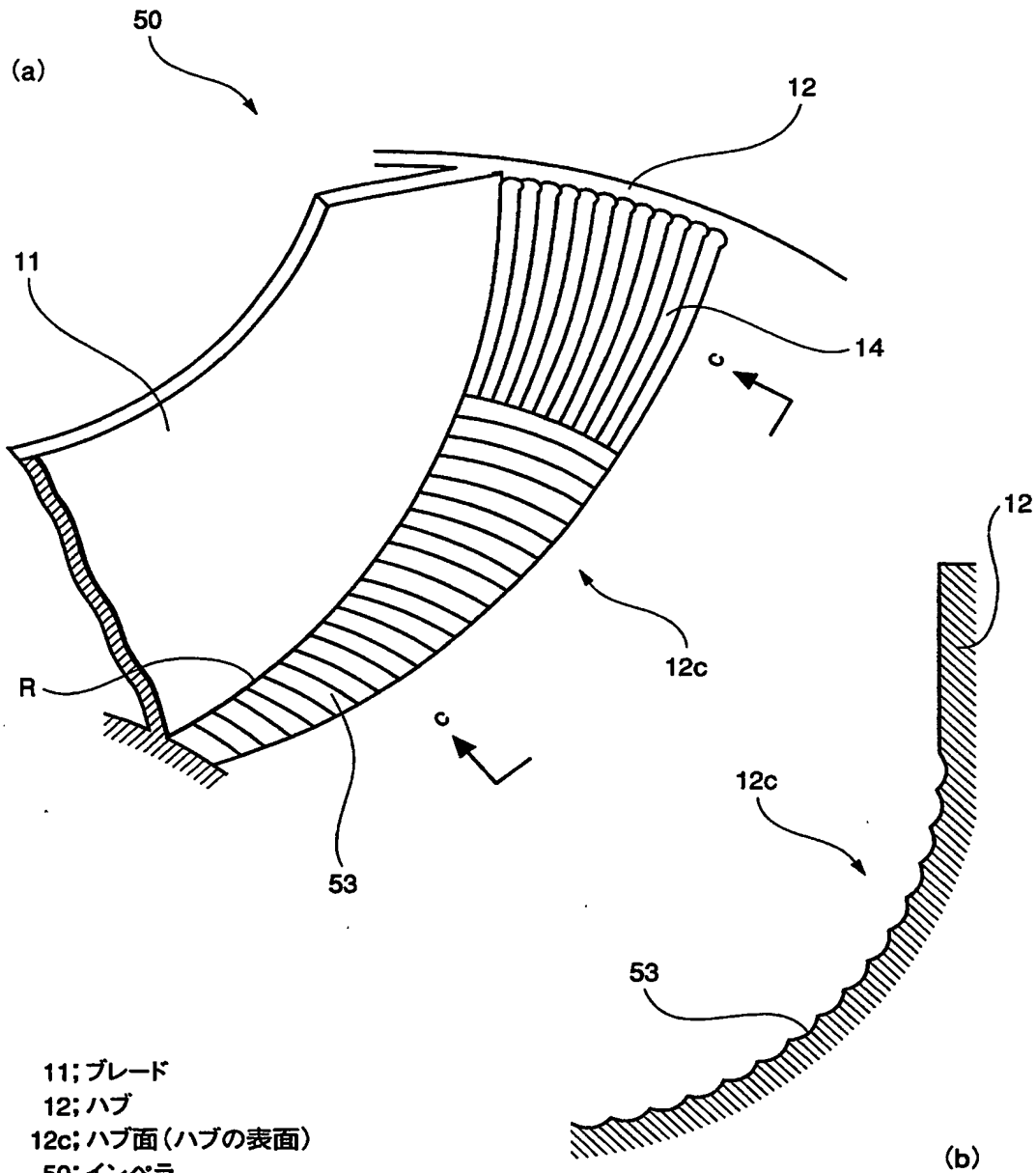
【図 4】



【図 5】

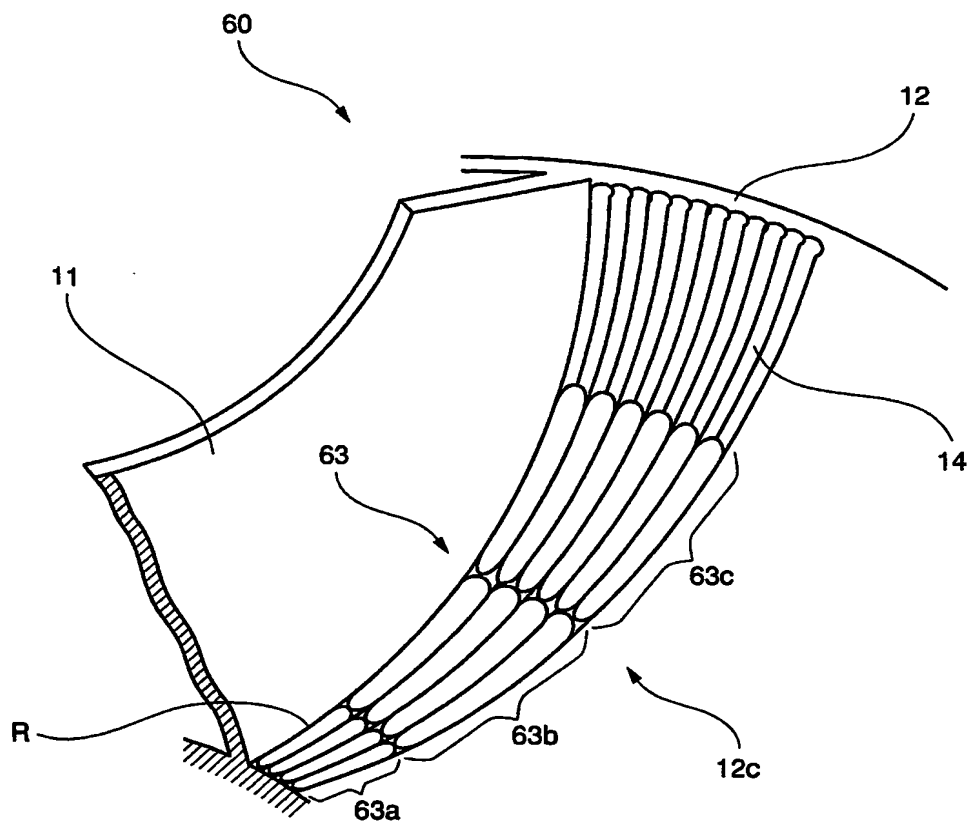


【図 6】



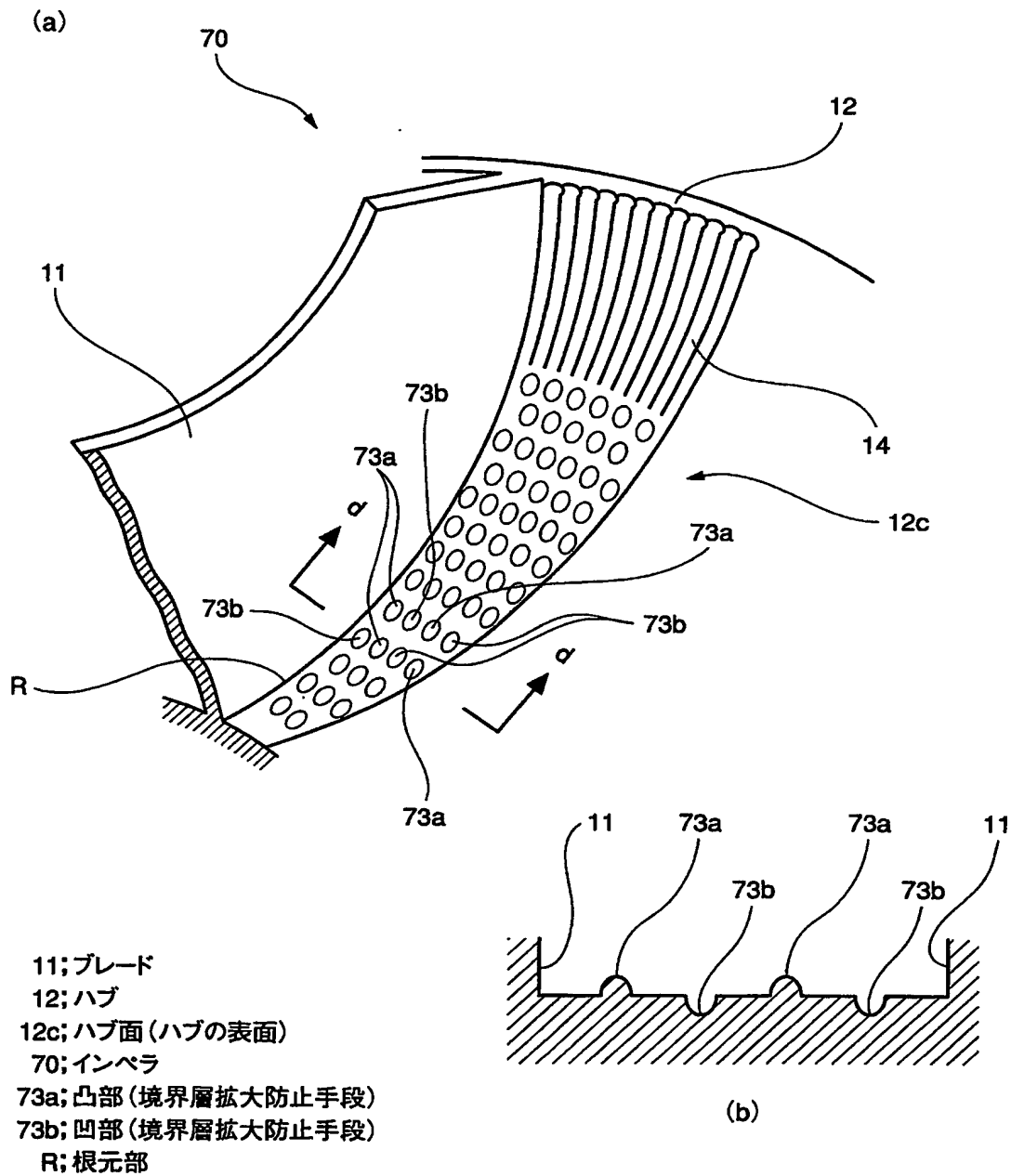
- 11; ブレード
- 12; ハブ
- 12c; ハブ面 (ハブの表面)
- 50; インペラ
- 53; 溝 (境界層拡大防止手段)
- R; 根元部

【図 7】

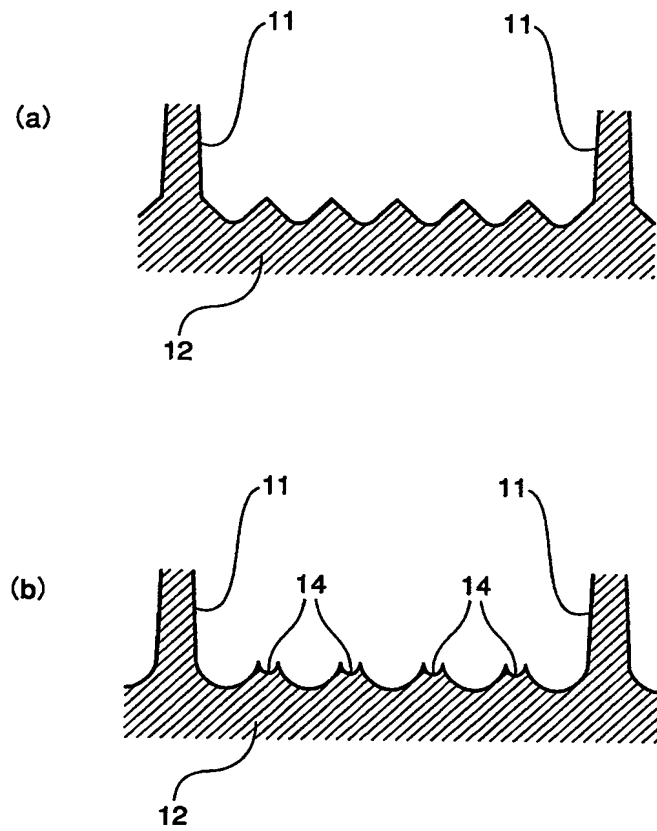


- 11; ブレード
- 12; ハブ
- 12c; ハブ面 (ハブの表面)
- 60; インペラ
- 63; 溝 (境界層拡大防止手段)
- R; 根元部

【図 8】

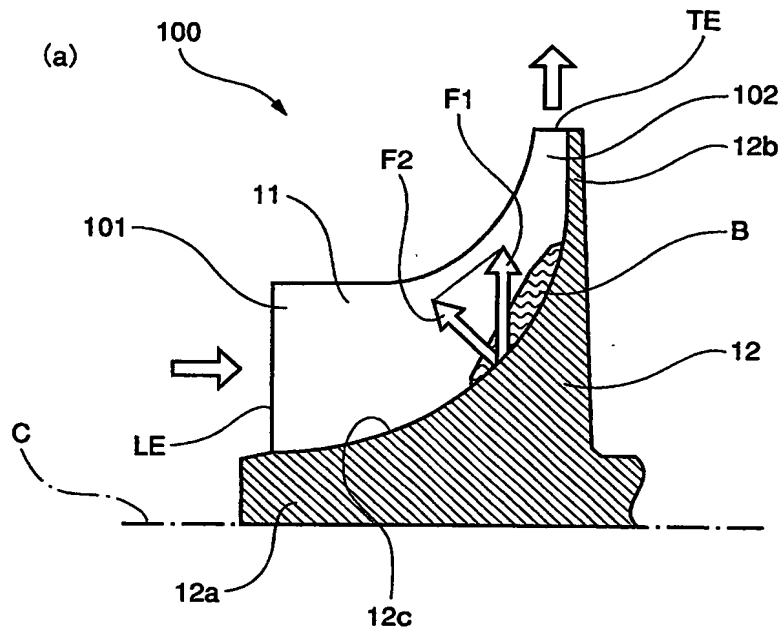


【図 9】

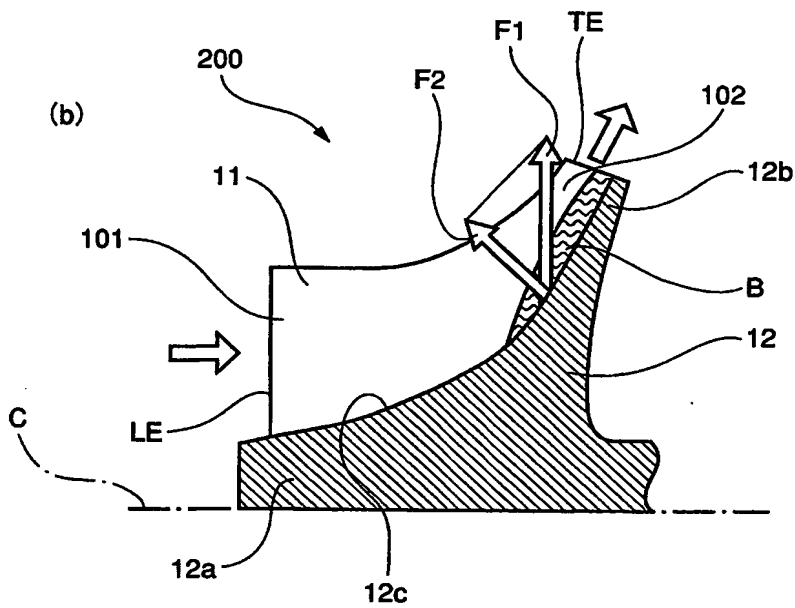


11; ブレード
12; ハブ

【図10】



11; ブレード
12; ハブ
12c; ハブ面 (ハブの表面)
F1; 遠心力
100; インペラ
200; インペラ



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 ハブの表面に発生する境界層の拡大あるいは流れの剥離を防止し、圧縮機の高効率化を図ることのできるインペラを提供することを目的とする。

【解決手段】 複数枚のブレード 1 1 と、これら複数枚のブレード 1 1 の根元部 R に配置されるハブ 1 2 とを有し、流体が流れる前記ハブの少なくとも一部が回転軸線に対して傾斜した圧縮機のインペラ 1 0 であって、前記ハブ 1 2 の表面 1 2 c に、流体の流れにより生じる境界層の拡大を防止する境界層拡大防止手段 1 3 が設けられていることを特徴とする。

【選択図】 図 1

特願 2 0 0 3 - 4 0 3 9 5 7

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [0 0 0 0 0 6 2 0 8]

1. 変更新月日	2 0 0 3 年 5 月 6 日
[変更理由]	住所変更
住 所	東京都港区港南二丁目 1 6 番 5 号
氏 名	三菱重工業株式会社

Document made available under the Patent Cooperation Treaty (PCT)

International application number: PCT/JP04/017916

International filing date: 02 December 2004 (02.12.2004)

Document type: Certified copy of priority document

Document details: Country/Office: JP
Number: 2003-403957
Filing date: 03 December 2003 (03.12.2003)

Date of receipt at the International Bureau: 04 February 2005 (04.02.2005)

Remark: Priority document submitted or transmitted to the International Bureau in compliance with Rule 17.1(a) or (b)



World Intellectual Property Organization (WIPO) - Geneva, Switzerland
Organisation Mondiale de la Propriété Intellectuelle (OMPI) - Genève, Suisse